



10.830.103

07.23.04

SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 25. MAI 2004

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

H. Jenni

Heinz Jenni

Patentgesuch Nr. 2001 1990/01

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:
Turbomaschine.

Patentbewerber:
ALSTOM (Switzerland) Ltd
Haselstrasse 16
5400 Baden

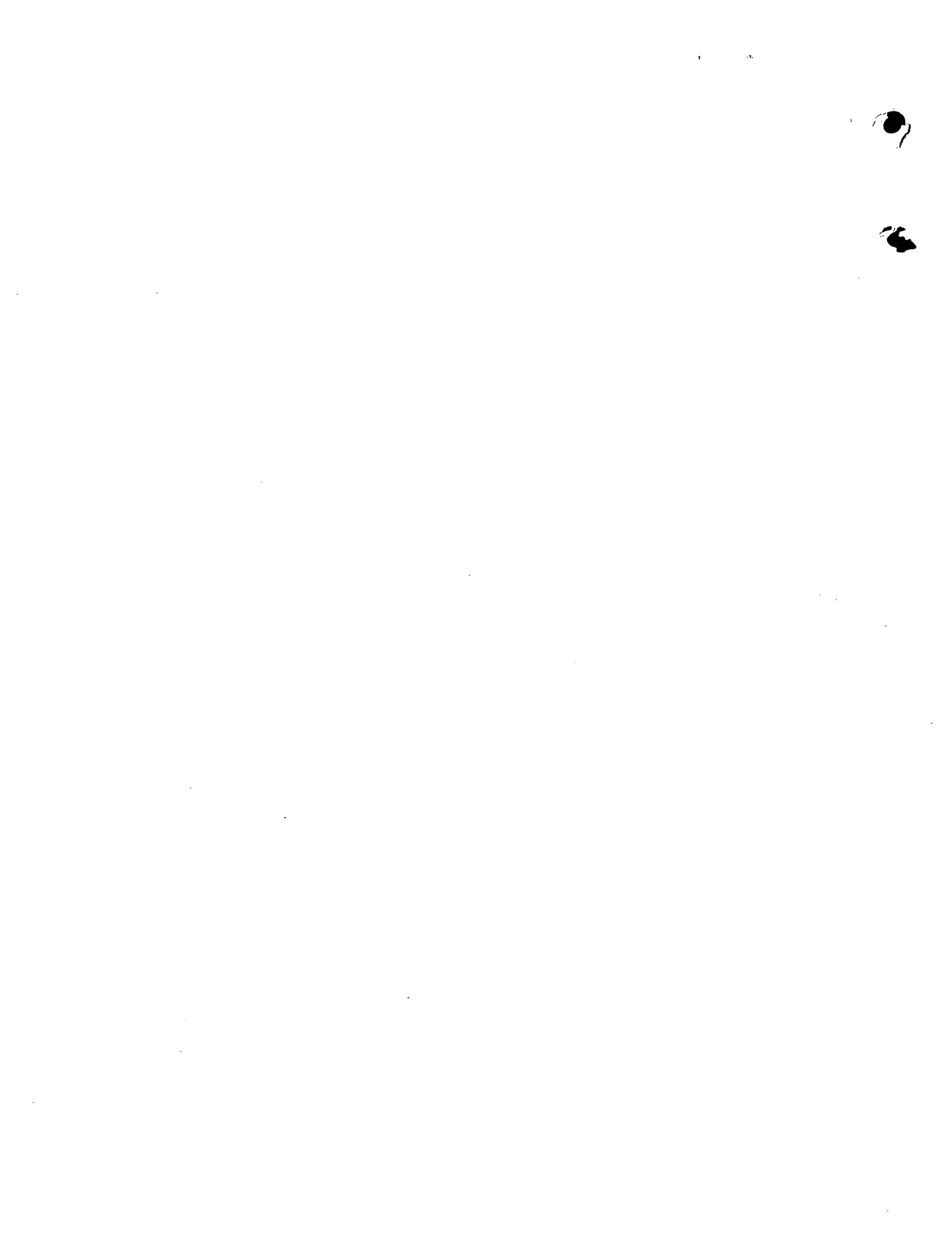
Anmelddatum: 30.10.2001

Voraussichtliche Klassen: F01D, F02C, F16H

Uebertragen an:

ALSTOM (Switzerland) Ltd
Brown Boveri Strasse 7
5401 Baden

reg: 13.03.2002



Turbomaschine

5

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Turbomaschine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10

Stand der Technik

Das Phänomen des sogenannten „Buckelns“ des Läufers wie des Gehäuses von Turbomaschinen wie Gasturbinen und Dampfturbinen ist hinreichend bekannt. Es wird dadurch hervorgerufen, dass die grossen und massereichen Strukturen solcher Maschinen nach längerem Betrieb grosse Wärmemengen gespeichert haben. Beim Abkühlen stellt sich in den vergleichsweise grossen Strömungskanälen eine ausgeprägte vertikale Temperaturschichtung ein, welche zu ungleichmässigen Temperaturverteilungen in den statischen wie den rotierenden Bauteilen führt, was aufgrund der unterschiedlichen thermischen Dehnungen in einem Verzug von Gehäuse und Rotor und Abweichungen von der rotationssymmetrischen Sollgeometrie resultiert. Bei den unvermeidlich geringen Spaltmassen in modernen Turbomaschinen kommt es dadurch zum Blockieren des Rotors im Gehäuse, was zu Lasten der Startverfügbarkeit geht, und daneben die mechanische Integrität zu gefährden vermag. Bekannt sind daher beispielsweise aus der US 3,793,905 oder der US 4,854,120 Systeme zum Wellendrehen oder auch zum sogenannten Wellenschalten. Dabei wird

der Rotor einer Turbomaschine nach dem Abstellen mit einer gewissen Drehzahl weitergedreht. Dabei sind, wie beim bekannten Wellenschalten, geringe Drehzahlen im Bereich von 1/min oder weniger bevorzugt. Dies genügt einerseits, um die Kühlung des Rotors in Umfangsrichtung zu

5 vergleichmässigen; andererseits ist die Drehzahl niedrig genug, um keine ausgeprägte Axialdurchströmung etwa des Heissgaspfades einer Gasturbine, mit damit verbundenem Kaltlufteintrag und Thermoschocks, zu provozieren.

10 Moderne Gasturbinen werden im hochtemperaturbelasteten Teil häufig mit zweischaligen Gehäusen ausgeführt. Dabei ist zwischen einem inneren Gehäuse und einem äusseren Gehäuse ein Ringraum ausgebildet, der im Betrieb häufig mit Kühlluft oder anderem Kühlmittel beaufschlagt wird. In dem Ringraum bildet sich ist nach dem Abstellen der Gasturbine ohne weitere Massnahmen ebenfalls eine vertikale Temperaturschichtung aus, die zu einem

15 Verzug der Gehäuse führt.

WO 00/11324 schlägt vor bei einem zweischaligen Gehäuse einer Turbine Mittel vorzusehen, um durch eine erzwungene Strömung innerhalb des Zwischenraums die stabile Temperaturschichtung zu stören. Dabei wird im wesentlichen vorgeschlagen ausserhalb des Ringraumes Medium von einer Stelle des Ringraumes zu einer anderen Stelle des Ringraumes zu fördern, wodurch eine Ausgleichsströmung innerhalb des Ringraumes induziert wird. Das dort vorgeschlagene System ist jedoch ein aktives System, das zu seiner Funktion auf die Funktion eines Gebläses angewiesen ist. Ein System, welches 20 das Buckeln des Gehäuses und damit ein Anstreifen der Schaufeln einer Turbomaschine vermeiden soll, muss allerdings als Sicherheitssystem betrachtet werden, welches möglichst passiv arbeiten sollte, ohne auf die 25 Funktion aktiver Komponenten angewiesen zu sein.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Turbomaschine der eingangs erwähnten Art anzugeben, welche die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

- 5 Insbesondere soll eine Turbomaschine angegeben werden, bei der eine Vorrichtung zur Vermeidung der Ausbildung stabiler Temperaturschichtungen in Statorkavitäten und zur Vermeidung des Buckeln des Gehäuses inhärent sicher, ohne aktive Komponenten, ausgeführt ist.
- 10 Erfindungsgemäss wird dies durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 erreicht.

Kern der Erfindung ist es also, Mittel vorzusehen, um das jeweils wärmste Fluid aus der Kavität abzuführen, und auf diese Weise die Ausbildung markanter Temperaturschichtungen zu unterbinden. Das abströmende Fluid muss dabei selbstverständlich durch ein zuströmendes Fluid ersetzt werden. Die Mittel zur Abfuhr des wärmsten Fluides sind an einer geodätisch am höchsten gelegenen Stelle der Kavität angeordnet, so, dass sich gewissermassen ein Kaminzugeffekt einstellt, der die Aufrechterhaltung der Strömung ohne aktive Komponenten ermöglicht. Das System ist daher inhärent sicher.

Es ist von Vorteil, wenn das zum Ausgleich des abströmenden Fluides zuströmende Fluid vorgängig der Einbringung in die Kavität vorgewärmt wird. Dies resultiert darin, dass die gesamte Gehäuseabköhlung langsamer vonstatten geht, was einerseits die Belastung des Gehäuses verringert, andererseits die Sicherheit und Zuverlässigkeit von Warmstarts verbessert. Daher werden bevorzugt stromauf der Stelle der Einbringung dieses Ausgleichsfluides in die Kavität Mittel zur Vorwärmung des Ausgleichsfluides vorgesehen. Diese können beispielsweise darin bestehen, dass das Fluid andere heisse Bauteile wie den Rotor oder einen Brennraum einer Gasturbine über- oder durchströmt, und dabei Wärme aufnimmt. In einer Vielzahl

möglicher Strömungsführungen ist diese Bedingung ohnehin erfüllt oder mit nur geringen Modifikationen zu erfüllen.

Mit Vorteil weist wenigstens einer der Strömungskanäle zur Zufuhr oder Abfuhr von Fluid ein Drossel- und/oder ein Absperrorgan auf. Dies ermöglicht es, den Ventilationsweg einerseits während der Betriebes der Maschine zu schliessen, andererseits kann die Intensität der Ventilation beispielsweise in Abhängigkeit von einer innerhalb der Kavität gemessenen Temperaturverteilung eingestellt werden.

Die Erfindung erweist sich insbesondere dann als besonders geeignet, wenn die Kavität zwischen einem inneren und einem äusseren Gehäuse einer Turbomaschine gebildet ist, beispielsweise zwischen einer Brennraumwand und einem Aussenzyylinder einer Gasturbine, wobei die Kavität häufig einen ringförmigen oder ringsegmentförmigen Querschnitt aufweist. Wenn die Erfindung in einer Gasturbine realisiert wird, erweist es sich weiterhin als günstig, die Mittel zur Abfuhr von Fluid mit dem Abgastrakt und die Mittel zur Zufuhr von Fluid mit dem Kühlssystem zu verbinden.

20

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung soll nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Die einzige Figur zeigt einen Teil des thermischen Blockes einer Gasturbine, bei der die Erfindung realisiert ist.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Die Erfindung soll im Kontext einer Turbomaschine erläutert werden. In der Zeichnung ist der thermische Block einer Gasturbine dargestellt, wobei nur der oberhalb der Maschinenachse 10 befindliche Teil gezeigt ist. Bei der in der

Zeichnung dargestellten Maschine handelt es sich um eine Gasturbine mit sogenannter sequentieller Verbrennung, wie sie beispielsweise aus der EP 620362 bekannt ist. Obschon deren Funktionsweise für die Erfindung ohne primäre Bedeutung ist, sei diese der Vollständigkeit halber in groben Zügen erläutert. Ein Verdichter 1 saugt einen Luftmassenstrom an und verdichtet diesen auf einen Arbeitsdruck. Die verdichtete Luft strömt durch ein Plenum 2 in eine erste Brennkammer 3 ein. Dort wird eine Brennstoffmenge eingebracht und in der Luft verbrannt. Das entstehende Heissgas wird in einer ersten Turbine 4 teilentspannt, und strömt in eine zweite Brennkammer, eine sogenannte SEV-Brennkammer, ein. Dort zugeführter Brennstoff entzündet sich aufgrund der noch hohen Temperatur des teilentspannten Heissgases. Das nacherhitzte Heissgas wird in einer zweiten Turbine 6 weiter entspannt, wobei eine mechanische Leistung auf die Welle 9 übertragen wird. Das entspannte Heissgas 14 strömt durch einen Abgastrakt ab, der durch einen Kamin 15 angedeutet ist. Selbstverständlich kann dieses Abgas vor dem Abströmen durch einen Kamin auch Mittel zur Nutzung der Abgaswärme durchströmen, beispielsweise einen Abhitzedampferzeuger.

Im Betrieb herrschen bereits in den letzten Verdichterstufen, erst recht aber im Bereich der Brennkammern 3, 5 und in den Turbinen 4, 6 Temperaturen von mehreren 100 °C. Nach dem Abstellen einer solchen Maschine speichern die grossen Massen – beispielsweise eine Masse des Rotors 9 von 80 Tonnen – eine grosse Wärmemenge über eine längere Zeit. In fluidgefüllten Hohlräumen der Maschine stellt sich während des Abkühlens im Stillstand eine ausgeprägte vertikale Temperaturschichtung ein. Diese führt dazu, dass sich die Unter- und Oberteile von Gehäuse und Rotor ungleich schnell abkühlen, wodurch es zu einem Verzug der Komponenten kommt, was als „Buckeln“ bezeichnet wird.

Mit Blick auf den Bereich der zweiten Brennkammer 5 der dargestellten Gasturbine ist zwischen einer Brennraumwand 13 und dem Aussenmantel 11 der Gasturbine eine ringtorusförmige Kavität 7 ausgebildet. Im Betrieb der Gasturbine wird diese von Kühlluft durchströmt. Während der Abkühlphase

erfolgt ein Wärmeeintrag in die Kavität über die Brennraumwand 13, und die Wärmeabfuhr über den Aussenmantel 11. In der Kavität stellt sich parallel dazu eine freie Konvektionströmung ein, in deren Folge sich ohne weitere Massnahmen warmes Fluid im oberen Teil der Kavität ansammelt, während sich kälteres Fluid im unteren Teil der Kavität befindet. Die dargestellte Gasturbine weist aus diesem Grunde an einer geodätisch am höchsten gelegenen Stelle der Kavität erste Mittel 16 zur Abfuhr von Fluid aus der Kavität auf, sowie zweite Mittel 19 zur Zufuhr eines Fluides 20 als Ausgleichströmung für das durch die ersten Mittel 16 abgeföhrte warme Fluid.

Die zweiten Mittel 19 sind ebenfalls an einer oberen Position der Kavität angeordnet, aber axial deutlich von den ersten Mitteln zur Abfuhr von Fluid beabstandet. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass ein vergleichweise kühles Ausgleichmedium 20 aufgrund des Dichteunterschiedes zunächst in den unteren Teil der Kavität strömt, um dort erwärmt zu werden und wieder aufzusteigen. Aus den axial beabstandeten Positionen der Mittel zur Zu- und Abfuhr von Fluid resultiert weiterhin auch eine Axialdurchströmung der Kavität, dergestalt, dass die Kavität möglichst vollständig ventiliert wird, wodurch schliesslich die Ausbildung einer ausgeprägten Temperaturschichtung unterbunden wird. Ausgehend von den ersten Mitteln 16 zur Abfuhr des warmen Fluides ist eine schematisch dargestellte Leitung 17 angeordnet, welche im Kamin 15 oder an einer anderen geeigneten Stelle des Abgastraktes der Gasturbine mündet. Der Kaminzugeffekt im Abgastrakt unterstützt die Abfuhr des warmen Fluides aus der Kavität wirkungsvoll. In der Leitung 17 ist ein Absperr- und Drosselorgan 18 angeordnet. Dieses ist während des Betriebes der Gasturbine geschlossen, im Stillstand geöffnet. Dabei kann durch eine definierte Drosselung die Ventilationsintensität der Kavität beeinflusst werden. Gegebenenfalls können auch in der Fluidzuführung zu den zweiten Mitteln 19 entsprechende Absperr- und Drosselorgane vorgesehen sein. Im vorliegenden Beispiel wird das KühlLuftsystem, durch welches im Betrieb KühlLuft in die Kavität 7 einströmt, zur Zufuhr der Ausgleichströmung verwendet. Aus Sicherheitsgründen sind im KühlSystem keine Absperrorgane vorgesehen. Das als Ausgleichströmung vorgesehene Fluid 20 entspricht im

Betrieb der Mitteldruckkühlluft, und wird aus dem Verdichter 1 entnommen. Das Fluid hat in diesem Falle mehrere Verdichterstufen durchströmt, und Wärme aus den Strukturen des Verdichters aufgenommen; es ist daher gerechtfertigt, davon zu sprechen, dass Mittel zur Vorwärmung des Fluides im Strömungsweg 5 angeordnet sind, obschon kein spezieller Wärmetauscher vorgesehen ist. Bei einer entsprechenden Führung des Fluides zu den Mitteln 19 kann der Strömungsweg des Ausgleichsfluides selbstverständlich über spezielle Wärmetauscher geführt werden. Im Bereich der ersten Brennkammer ist zwischen der Brennkammerhaube 12 und dem Gasturbinenmantel 11 das 10 Plenum 2 gebildet, welches ebenso eine ringförmige Kavität darstellt, in der sich eine schädliche Temperaturschichtung einzustellen vermag. Auch hier sind an einer geodätisch oberen Stelle Mittel 21 angeordnet, durch welche erwärmtes Medium abzuströmen vermag. Diese Mittel sind mit einer ebenfalls in den Abgastrakt 15 geführten Leitung 22 verbunden, und stehen auf die oben 15 beschriebene Weise mit einem Absperr- und Drosselorgan 23 in Wirkverbindung. Als Mittel zur Zufuhr eines Ausgleichsfluides fungiert in diesem Fall unmittelbar der Austritt des Verdichters 1. Das zuströmende Fluid hat vorgängig der Zuströmung zur Kavität 2 den gesamten Verdichter 1 durchströmt und Wärme aus den heissen Strukturen der Verdichterendstufen, 20 welche nach längerem Vollastbetrieb beispielsweise Temperaturen von 400°C und mehr aufweisen, aufgenommen. Somit fungieren diese hier als Mittel zur Vorwärmung des zugeführten Fluides.

Die Anordnung der zweiten Mittel zur Zufuhr des Ausgleichsfluides ist 25 erfindungsgemäss nicht festgeschrieben, und muss durch den Fachmann fallweise zweckmässig gewählt werden.

Die Erfindung ist keineswegs darauf beschränkt, in den am weitesten aussen liegenden Kavitäten 2, 7 verwendet zu werden. Bei geeigneter Ausführung der 30 Mittel, kann die Erfindung ebenso in den Brennkammern 3, 5 oder und dem zwischen den Gehäuseelementen 12, 13 und der Welle 9 gebildeten Raum realisiert werden.

Die Erfindung ist ebenfalls nicht auf die Anwendung in ringförmigen Kavitäten beschränkt.

- 5 Der Fachmann erkennt ohne Weiteres, dass die Anwendung der Erfindung keineswegs auf Gasturbinen beschränkt ist, sondern dass die Erfindung in einer Vielzahl weiterer Anwendungsfälle eingesetzt werden kann.
Selbstverständlich ist die Anwendung der Erfindung auch nicht auf eine in der Zeichnung dargestellte Gasturbine mit sequentieller Verbrennung beschränkt,
10 sondern sie kann auch bei Gasturbinen mit nur einer oder mehr als zwei Brennkammern Anwendung finden. Insbesondere kann die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, auch in Dampfturbinen realisiert werden.

15

Bezugszeichenliste

1	Verdichter
20 2	Kavität, Plenum
3	Brennkammer
4	erste Turbine
5	Brennkammer
6	zweite Turbine
25 7	Kavität
9	Welle
10	Maschinenachse
11	Aussengehäuse, Aussenmantel, äussere Wand
12	inneres Gehäuse, innere Wand, Brennraumwand
30 13	inneres Gehäuse, innere Wand, Brennraumwand
14	Abgas, entspanntes Heissgas
15	Abgastrakt, Kamin

- 16 Mittel zur Abfuhr von Fluid
- 17 Leitung
- 18 Absperr- und/oder Drosselorgan
- 19 Mittel zur Zufuhr von Fluid
- 5 20 zugeführtes Fluid, Ausgleichsfluid
- 21 Mittel zur Abfuhr von Fluid
- 22 Leitung
- 23 Absperr- und/oder Drosselorgan

Patentansprüche

- 5 1. Turbomaschine, mit wenigstens einer Kavität (2, 7), dadurch gekennzeichnet, dass die Kavität an einer geodätisch höchstgelegenen Stelle erste Mittel (16, 21) zur Abfuhr von Fluid aufweist, und dass die Kavität zweite Mittel (19) zur Zufuhr von Fluid aufweist.
- 10 2. Turbomaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbomaschine Mittel zur Vorwärmung des zugeführten Fluides aufweist, welche stromauf der Stelle der Einbringung in die Kavität angeordnet sind.
- 15 3. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Mittel zur Zu- oder Abfuhr mit einem Absperr- und/oder Drosselorgan (18, 23) in Wirkverbindung steht.
- 20 4. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3 , dadurch gekennzeichnet, dass die Kavität zwischen einem inneren (12, 13) und einem äusseren (11) Gehäuse der Turbomaschine ausgebildet ist.
- 25 5. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kavität (2, 7) mit einem im Wesentlichen ringförmigen oder ringsegmentförmigen Querschnitt ausgebildet ist.
6. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbomaschine eine Gasturbine ist.
- 30 7. Turbomaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Gehäuse eine Brennkammerhaube (12) oder eine Brennraumwand (13) der Gasturbine ist, und, dass das äussere Gehäuse ein Aussenmantel (11) der Gasturbine ist.

8. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Mittel (16, 21) zur Abfuhr von Fluid über eine Leitung (17, 22) mit dem Abgastrakt (15) der Gasturbine in Verbindung stehen.
9. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (19) zur Zufuhr von Fluid mit dem Kühlungssystem der Gasturbine verbunden sind.

Zusammenfassung

Zur Vermeidung des "Buckelns" von mehrschaligen (11; 12 , 13)

- 5 Turbomaschinengehäusen in einer dem Abstellen folgenden Abkühlungsphase wird vorgeschlagen, Mittel (16, 21) vorzusehen, um warmes Medium, welches sich an einer geodätisch am höchsten gelegenen Stelle einer Gehäusekavität (2, 7) sammelt, in geeigneter Weise abzuführen. In einer Ausführungsform wird (2, 7) entsprechenden Leitungen (17, 22) im Kamin (15) einer vorgeschlagen, die entsprechenden Leitungen (17, 22) im Kamin (15) einer Kraftwerksanlage münden zu lassen; der Kaminzugeffekt unterstützt die Strömung noch. Stellorgane (18, 23) werden mit Vorteil in den Leitungen (17, 22) vorgesehen, um einerseits im Betrieb der Turbomaschine diese Leitungen abzusperren, andererseits die Durchströmung der Gehäusekavitäten (2, 7) nicht über die Masse intensiv zu gestalten.

15

(einige Figur)

1 / 1

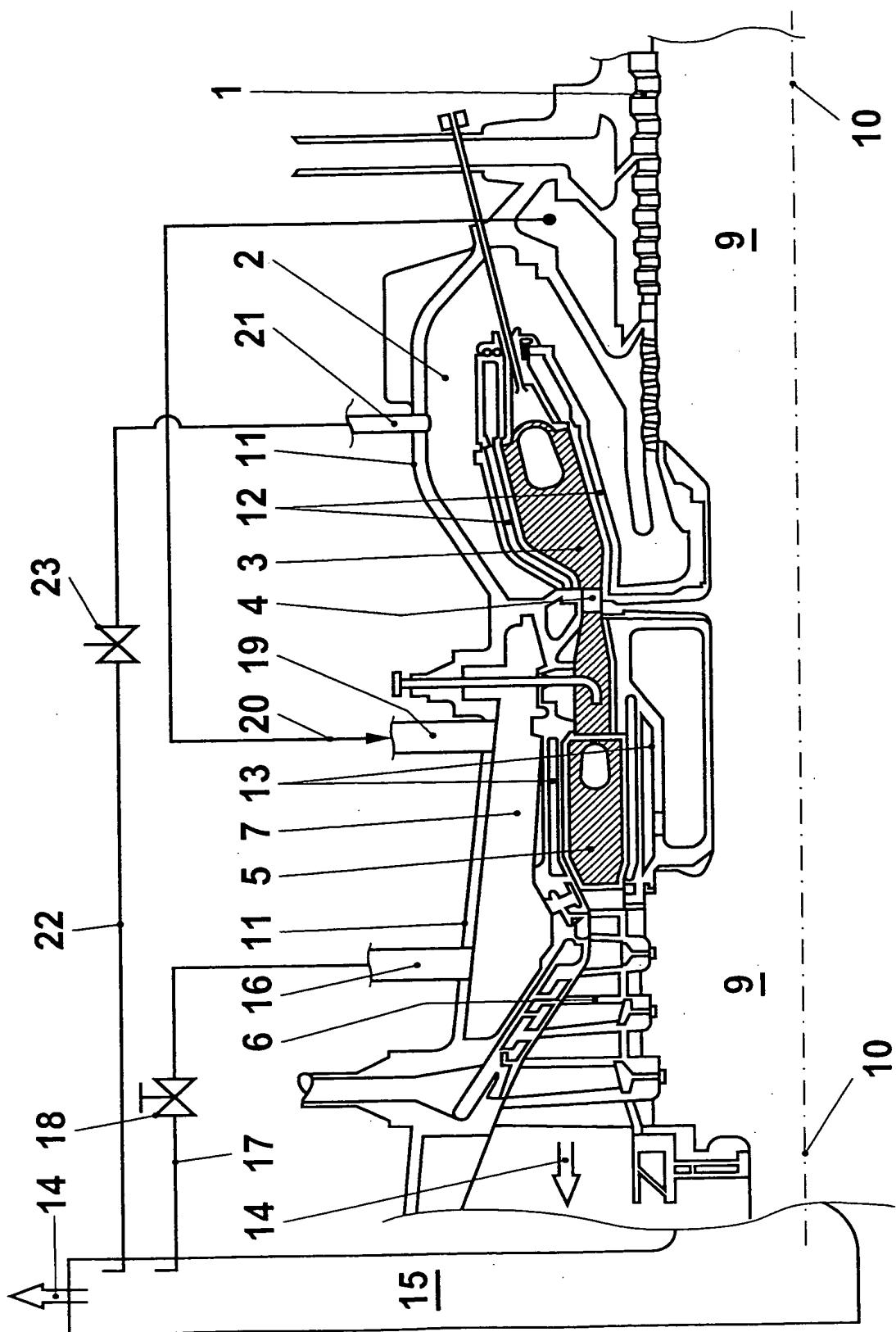


FIG. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)